

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-220220

(43)Date of publication of application : 30.08.1996

(51)Int.Cl.

G01S 13/60

B60R 21/00

G01S 13/34

G01S 13/93

(21)Application number : 07-020797

(71)Applicant : TOYOTA MOTOR CORP

(22)Date of filing : 08.02.1995

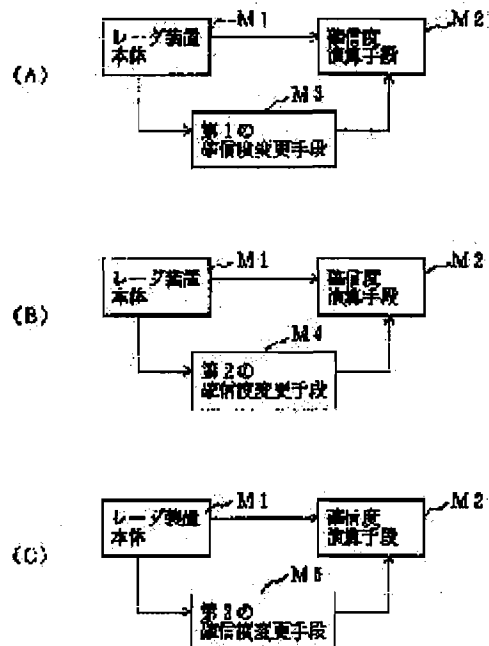
(72)Inventor : YAMADA YUKINORI

(54) ON-VEHICLE RADAR DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To reliably detect only a target object being a necessary control-alarm object by reliably excluding the others from the control-alarm object.

CONSTITUTION: A radar device main body M1 transmits and receives a modulated carrier wave, and calculates a relative distance and relative speed to a target object from a peak frequency making a pair in a power spectra of respective beat signals in a frequency rising section and a frequency falling section. A convincing degree operation means M2 performs operation on a convincing degree to show certainty of an existing degree of the target object from the corresponding relationship between a detecting condition of the target object and a past detecting condition. A first convincing degree changing means M3 reduces a convincing degree of the target object when the target object is parting from the relative speed and a rate of change of detecting intensity of the target object is reduced by a prescribed value or more.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 16.07.1998

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 3104559

[Date of registration] 01.09.2000

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 特 許 公 報 (B 2)

(11) 特許番号

特許第3104559号

(P3104559)

(45) 発行日 平成12年10月30日 (2000. 10. 30)

(24) 登録日 平成12年 9 月 1 日 (2000. 9. 1)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I
G 0 1 S 13/60		G 0 1 S 13/60 D
B 6 0 R 21/00	6 2 0	B 6 0 R 21/00 6 2 0
G 0 1 S 13/34		G 0 1 S 13/34
13/93		13/93 Z

請求項の数 3 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願平7-20797	(73) 特許権者	000003207 トヨタ自動車株式会社 愛知県豊田市トヨタ町1番地
(22) 出願日	平成7年2月8日 (1995. 2. 8)	(72) 発明者	山田 幸則 愛知県豊田市トヨタ町1番地 トヨタ自動車株式会社内
(65) 公開番号	特開平8-220220	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(43) 公開日	平成8年8月30日 (1996. 8. 30)		
審査請求日	平成10年7月16日 (1998. 7. 16)	審査官	宮川 哲伸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車載用レーダ装置

1

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】 周波数変調された搬送波を送受信し、周波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及び相対速度を算出する車載用レーダ装置において、

上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段と、

上記相対速度から目標物体が離れつつあり、かつ、上記目標物体の検出強度の変化率が所定値以上で減少しているときに上記目標物体の確信度を低下させる第1の確信度変更手段とを有することを特徴とする車載用レーダ装置。

【請求項2】 周波数変調された搬送波を送受信し、周

2

波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及び相対速度を算出する車載用レーダ装置において、

上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段と、

レーダ検出領域における複数の目標物体の夫々の相対距離及び相対速度から、前記複数の目標物体のうち第1の目標物体と第2の目標物体間の接近状況を判定し、前記第1の目標物体が第2の目標物体に対して所定以上の接近と判定したとき、上記第1の目標物体の確信度を低下させる第2の確信度変更手段とを有することを特徴とする車載用レーダ装置。

【請求項3】 周波数変調された搬送波を送受信し、周

波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及びドップラー効果に基づく相対速度を算出する車載用レーダ装置において、

上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段と、

上記目標物体の算出された相対距離の微分値がドップラー効果に基づき算出された相対速度より大なるとき、上記目標物体の確信度を低下させる第3の確信度変更手段とを有することを特徴とする車載用レーダ装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は車載用レーダ装置に関し、特に先行車両や路側物等の目標物体を検出する車載用レーダ装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来より、自車両の前方にレーダビームを照射して、先行車両等の目標物体を検出する車載用レーダ装置が開発されている。例えば、特開昭61-259186号公報には、複数方向にレーダビームを送出し、各レーダビーム毎に目標物までの距離を算出して先行車両の方向及び距離を検出し、方向と距離の時間変化率が所定値以下で推移するものを追尾対象と判断することが開示されている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】先行車が追越し等のために、緩やかに走行車線を変更した場合には、変更車線を変更したことによって追尾対象ではなくなるが、従来装置では、先行車の方向及び距離の時間変化率が所定値以下となって追尾対象のままで残り、無駄に追尾し続けるという問題があった。

【0004】本発明は上記の点に鑑みなされたもので、目標物体が走行車線を変更したとき、この目標物体の確信度を低下させることにより、制御・警報対象から確実に除外でき、必要な制御・警報対象となる目標物体だけを確実に検出できる車載用レーダ装置を提供することを目的とする。

【0005】

【課題を解決するための手段】請求項1に記載の発明は、図1(A)に示す如く、レーダ装置本体M1で周波数変調された搬送波を送受信し、周波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及び相対速度を算出する車載用レーダ装置において、上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段M2と、上記相対速度から目標物体が離れつつあり、かつ、上記目標物体の検出強度の変化率が所定値以上で減少しているときに上記目標物体の確

信度を低下させる第1の確信度変更手段M3とを有する。

【0006】請求項2に記載の発明は、図1(B)に示す如く、レーダ装置本体M1で周波数変調された搬送波を送受信し、周波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及び相対速度を算出する車載用レーダ装置において、上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段M2と、レーダ検出領域における複数の目標物体の夫々の相対距離及び相対速度から、前記複数の目標物体のうち第1の目標物体と第2の目標物体間の接近状況を判定し、前記第1の目標物体が第2の目標物体に対して所定以上の接近と判定したとき、上記第1の目標物体の確信度を低下させる第2の確信度変更手段M4とを有する。

【0007】請求項3に記載の発明は、図1(C)に示す如く、レーダ装置本体M1で周波数変調された搬送波を送受信し、周波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のビート信号のパワースペクトラムで対をなすピークの周波数から目標物体との相対距離及びドップラー効果に基づく相対速度を算出する車載用レーダ装置において、上記目標物体の検出状況と過去の検出状況との対応関係から目標物体の存在度合いの確からしさを表わす確信度を演算する確信度演算手段M2と、上記目標物体の算出された相対距離の微分値がドップラー効果に基づき算出された相対速度より大なるとき、上記目標物体の確信度を低下させる第3の確信度変更手段5とを有する。

【0008】

【作用】請求項1に記載の発明においては、相対速度から目標物体が離れつつあり、かつ、目標物体の検出強度の変化率が所定値以上で減少しているときに上記目標物体の確信度を低下させるため、自車の走行車線から車線変更した目標物体を認識して制御・警報対象から確実に除去できる。

【0009】請求項2に記載の発明においては、複数の目標物体のうちの第1の目標物体と第2の目標物体夫々の相対距離及び相対速度から、第1及び第2の目標物体の接近状況を判定して第1の目標物体が第2の目標物体に対して所定以上の接近と判定したとき、上記第1の目標物体の確信度を低下させるため、車線変更をするであろう目標物体を予測して制御・警報対象から早期に除去できる。

【0010】請求項3に記載の発明においては、目標物体の算出された相対距離の微分値がドップラー効果に基づき算出された相対速度より大なるとき、目標物体の確信度を低下させるため、相対距離の微分値がドップラー効果に基づく相対速度より大なることで目標物体が車線変更のための速度成分を持つことを推定でき、車線変更を行う目標物体を確実に認識して制御・警報対象から確

実に除去できる。

【0011】

【実施例】図2は本発明装置のブロック図を示す。同図中、送信側回路は、搬送波発生器10、周波数変調器12、変調電圧発生器14、方向性結合器16、及び送信アンテナ18から構成される。搬送波発生器10からは搬送波が出力され、周波数変調器12に供給される。一方、変調電圧発生器14からは振幅が三角形状に変化する三角波が出力され、変調波として周波数変調器12に供給される。これによって、搬送波発生器10からの搬送波は周波数変調され、時間経過に伴って周波数が三角形状に変化する送信信号が出力される。この送信信号は方向性結合器16を介して送信アンテナ18に供給され、被検出物体に向けて放射される。一方、方向性結合器16を介して、送信信号の一部は後述する受信側回路のミキサ22に供給される。

【0012】受信側回路は、受信アンテナ20、ミキサ22、増幅器24、フィルタ26、高速フーリエ変換処

$$fd = (f_{down} - f_{up}) / 2 \quad \dots (1)$$

$$fr = (f_{down} + f_{up}) / 2 \quad \dots (2)$$

及び

$$fd = 2 \cdot V / C \cdot f_0 \quad \dots (3)$$

$$fr = 4 \cdot f_m \cdot \Delta f / C \cdot R \quad \dots (4)$$

但し、V：相対速度、C：光速、 f_0 ：中心周波数、 f_m ：変調周波数、 Δf ：周波数変移幅、R：相対距離により相対距離R及びドップラー効果に基づく相対速度Vを同時に求める。この後、危険判定器32で予め定められた、又は自車の走行状態に応じて算出される安全距離と上記相対距離の大小比較を行ない、安全距離以下である場合には危険と判定し、警報器34により運転者に報知する。

※

$$\theta_s = \sin^{-1} (R / 2 \rho) \quad \dots (a)$$

$$\rho = (1 + K_1 \times V_s^2) \times K_2 / \theta_H \quad \dots (b)$$

但し、 K_1 、 K_2 は定数であり、ステア角 θ_s は例えば車両の進行方向を0として左側を正、右側を負としている。ステア制御回路40は(a)式で算出したステア角 θ_s となるようにステア機構46を駆動して送信アンテナ18及び受信アンテナ20の回動を制御する。また、車速センサ42で検出した自車速度はターゲット認識器30にも供給されている。

【0016】図3乃至図6はターゲット認識器30が実行する認識処理の一実施例のフローチャートを示す。この処理は数十msec毎に実行される。同図中、ステップS10ではFFT信号処理器28より供給されるパワースペクトラムを取り込む。次にステップS12で、ピーク対毎つまり目標物体毎に(1)式～(4)式を用いて目標物体の相対距離R及び相対速度V(Vは接近方向を正とする)、及びピーク対の平均レベルである反射強度LVLを計算する。この反射強度LVLは周波数上昇部分、周波数下降部分夫々のピークのレベルを別々に用い

* 理器(FFT信号処理器)28、ターゲット認識器30、危険判定器32、及び警報器34から構成される。被検出物体からの反射波は受信アンテナ20で受信され、ミキサ22に供給される。ミキサ22では受信信号と方向性結合器16からの送信信号の一部が差分演算により結合され、ビート信号が生成される。ミキサ22からのビート信号は増幅器24で増幅され、アンチエイリアシングフィルタ26を介してFFT信号処理器28及びターゲット認識器30に供給される。FFT信号処理器28は周波数上昇部分及び周波数下降部分夫々のパワースペクトラムを得て、ターゲット認識器30に供給する。

【0013】ターゲット認識器30は周波数上昇部分、下降部分夫々のパワースペクトラムのピークを検出してペアリングを行ない、各目標物体に対応するピーク対を形成する。このピーク対の周波数上昇部分のピーク周波数 f_{up} と周波数下降部分のピーク周波数 f_{down} とから得られる相対速度周波数 fd 、距離周波数 fr

※【0014】また、ステア制御回路40は車速センサ42から自車速度 V_s を供給され、操舵角センサ44から操舵角 θ_H を供給され、ターゲット認識器30から相対距離Rを供給されており、次式によりカーブの曲率半径 ρ 及び送信アンテナ18及び受信アンテナ20の回動角であるステア角 θ_s を算出する。

【0015】

ても良いが、計算が複雑になるため平均レベルを用いる。なお、目標物体の数 n は車両だけであれば5程度であるが、路側物等からの反射があるので20程度となる。

【0017】ステップS14では保存データが有るか、つまり前回既に目標物体が存在していたか否かを判別し、保存データがなければステップS16に進み、ステップS12において検出された新たな目標物体のR、V、LVLのデータを新保存データとして全て保存し、図5のステップS60に進む。このときの新たな目標物体の存在確率は基本的に例えば5%等の一定値とする。

【0018】また、保存データが存在する場合には、ステップS18で新データつまり新たな目標物体 i (i は1～ n のいずれか)を選択し、その相対距離 R_i 、相対速度 V_i を中心とする範囲 $R_i \pm \alpha$ 、 $V_i \pm \beta$ を計算する。上記の範囲 $\pm \alpha$ 、 $\pm \beta$ 夫々は車両が急加減速を行なったときの限界値とレーダ装置の誤差を含んだ値であ

7

る。そしてステップS20で全ての保存データの相対距離 $R'm$ 、相対速度 $V'm$ と i 番目の新データの範囲 $Ri \pm \alpha$ 、 $Vi \pm \beta$ との比較を、全ての保存データについて行なう。なお、保存データに範囲を設けて新データと比較しても良く、また、保存データの $R'm$ 、 $V'm$ と $V'm$ の増分 $\Delta V'm$ 及び $R'm$ の増分 $\Delta R'm$ とから次の $R'm$ 、 $V'm$ を予測して、この予測値を上記保存データの代りに用いても良い。

【0019】次にステップS22では範囲 $Ri \pm \alpha$ 又は $Vi \pm \beta$ 内に2つ以上の保存データがあるか否かを判別し、あればステップS24に進み、なければ図4のステップS40に進む。ステップS24では範囲内に存在した2つ以上の保存データの反射強度 $LVL'm$ 、 $LVL'p$ 、…と範囲の中心である新データの反射強度 $LVLi$ との差を求め、この差が最小の保存データを選択する。更にステップS26で選択された差が最小となる保存データが2つ以上あるか否かを判別し、あればステップS28に進み、なければステップS40に進む。ここで、反射強度の差を比較するのは、検出周期が短い場合は同一の目標物体の反射強度は急激に変化しないためである。

【0020】ステップS28では差が最小の2つ以上の保存データについて、新データとの相対距離の差の2乗と、相対速度の差の2乗との和、例えば $(R'm - Ri)^2 + (V'm - Vi)^2$ を求め、2乗の和が最小となる保存データを選択する。この後、ステップS30で選択した保存データを他の新データが選択していないかどうかを確認して図4のステップS40に進む。ステップS40ではステップS30の確認によって選択した保存データを他の新データが選択しているかどうかを判別し、他が選択していればステップS42に進み、他が選択していなければステップS43で i 番目の新データに対する保存データの選択を終了してステップS48に進む。

$$Ai = B \times \gamma i$$

$$EXi = Ai$$

但し、 B は例えば5%等の所定増減値

また、新データに選択された保存データつまり以前から検出されている目標物体 i については、基本的に長時間検出され続けたとき存在確率を高くする。このため、ステップS68で図7のマップを新データの反射強度 LVL ※

$$Ai = B \times \gamma i$$

$$EXi = EXir + Ai$$

但し、 $EXir$ は前回保存した存在確率である。また、新データに選択されていない保存データ、つまり目標物体 i を見失った場合はステップS72に進み、目標物体 i の保存データ（前回検出された値）の反射強度 $LVLi$ で図8に示すマップを参照して補正係数 ηi を演算する。このマップで、前回の $LVLi$ が大であると、見失★

$$Ci = B \times \eta i$$

8

*【0021】ステップS42では選択された保存データの反射強度 $LVL'm$ と、これを選択した複数の新データの反射強度 $LVLi$ 、 $LVLj$ 、…との差を求め、この差が最小の新データを選択する。更にステップS44で選択された差が最小となる新データが2つ以上あるか否かを判別し、あればステップS46に進み、なければステップS48に進む。

【0022】ステップS46では差が最小の2つ以上の新データについて、保存データとの相対距離の差の2乗と、相対速度の差の2乗の和、例えば $(R'm - Ri)^2 + (V'm - Vi)^2$ を求め、2乗の和が最小となる新データを選択する。この後、ステップS48で i 番目の新データが今回得られた新データの最後のものかどうかを判別し、最後でなければステップS50で範囲 $Ri \pm \alpha$ 、 $Vi \pm \beta$ 内で選択された保存データを選択済みとしてステップS18に戻り処理を繰り返す。また、ステップS48で i 番目が新データの最後と判別されるとステップS52に進み、保存データを選択できなかった新データを新保存データとして保存して図5のステップS60に進む。

【0023】図5のステップS60、S62では全ての保存データについて新保存データか否か、新データに選択された保存データか否かを判別する。新保存データ、つまり新たに検出された目標物体 i についてはステップS64に進んで図7に示すマップを新データの反射強度 $LVLi$ で参照して補正係数 γi を演算する。ミリ波レーダでは反射強度 LVL はセンサ能力と目標物体の大きさ（反射しやすさ）によって決まるため LVL が大きいと誤検出しにくいので γ を大きくして存在確率の増加率を速くする。次にステップS66で（1）式により確信度としての存在確率 EXi を演算し、 Ri 、 Vi 、 $LVLi$ と共に保存してステップS80に進む。

【0024】

$$\dots (1)$$

※ L で参照して補正係数 γi を求め、ステップS70で（2）式により存在確率 EXi を演算し、ステップS80に進む。

【0025】

$$\dots (2)$$

★うことが生じる可能性が低く、目標物体 i が車線変更等で自車前方に存在しなくなった可能性が高いためである。次にステップS74で（3）式により存在確率 EXi を演算する。

【0026】

9

$$EXi = EXir - Ci$$

この後、ステップS76では(3)式で得たEXiが0以下か否かを判別し、EXi ≤ 0のときはステップS78で目標物体iの保存データを消去し、EXi > 0のときはステップS80に進む。

【0027】図6のステップS80では自車の操舵角又はヨーレート等から旋回半径を計算し、この旋回半径で図9のマップを参照してしきい値Zを計算する。これは直線路ではレーダビーム幅を1車線幅程度にしぼっており、存在確率が低くても誤検出の可能性が低く、カーブ

ではビームを偏向させたとしても離接車両を検出する確率が高くなるため旋回半径が小さい程しきい値を高くしている。

【0028】この後ステップS84で全ての目標物体iについて、存在確率EXiをしきい値Zと比較し、EXi ≥ Zの目標物体iについてはステップS86で制御・警報対象のデータとして次処理に進み、またEXi < Zの目標物体iについてはステップS88で制御・警報対象のデータから除いて次処理に進む。

【0029】これにより、ノイズ、路側物、隣接車線の車両等の短時間しか自車の前方に存在しない目標物体を除去することができ、ノイズ等により目標物体を見失うことが防止できる。これは上記実施例では存在確率計算に反射強度を用いているために適確な判断が可能となっている。

【0030】ところで、反射強度LVLを用いてセンサ能力に従って目標物体の存在確率を計算することができるが、反射強度LVLの変化する大きな要因として目標物体の大きさ及び材質で変わる反射断面積の大きさがあ*

$$Di = B \times (\gamma i + \nu 1 i + \xi 1 i)$$

$$EXi = Di$$

また、新データに選択された保存データつまり以前から検出されている目標物体iについては、基本的に長時間検出され続けたとき存在確率を高くするためステップS108で図7、図11、図12夫々のマップを新データの反射強度LVLi、相対距離Ri及び車速SPD夫々※

$$Di = B \times (\gamma i + \nu 1 i + \xi 1 i)$$

$$EXi = EXir + Di$$

また、新データに選択されてない保存データ、つまり目標物体iを見失った場合はステップS112に進み、目標物体iの保存データ(前回検出された値)の反射強度LVLi、相対距離Ri及び車速SPD夫々で図8、図11、図12夫々に示すマップを参照して補正係数ηi、ν2i、ξ2i夫々を演算する。図11、図12で★

$$Ei = B \times (\eta i + \nu 2 i + \xi 2 i)$$

$$EXi = EXir - Ei$$

この後、ステップS76では(3)式で得たEXiが0以下か否かを判別し、EXi ≤ 0のときはステップS118で目標物体iの保存データを消去し、EXi > 0のときはステップS80に進む。上記のステップS66、

10

… (3)

*る。例えば大型のパネルトラックの如きものは相対距離が遠くても存在確率が早く高くなり、2輪車の如きものは相対距離が近づかないと存在確率はなかなか高くなり、制御・警報対象とはならない。このため、車間距離(相対距離)及び自車速度によって存在確率を変化させることにより、目標物体の物理的な危険性を存在確率に反映させ、2輪車等の見失いを減少させるのが次の第2実施例及び第3実施例である。

【0031】図10は認識処理の第2実施例の要部のフローチャートであり、第1実施例の図5の代りに実行される。図10のステップS100、S102では全ての保存データについて新保存データか否か、新データに選択された保存データか否かを判別する。新保存データ、つまり新たに検出された目標物体iについてはステップS104に進んで図7に示すマップを新データの反射強度LVLiで参照して補正係数γiを演算し、図11に示すマップを新データの相対距離Riで参照して補正係数ν1iを演算し、図12に示すマップを自車の車速で参照して補正係数ξ1iを演算する。

【0032】図11において相対距離Riが小なる程、補正定数ν1は増加させ、補正係数ν2は逆に減少させている。また、図12において車速が大なる程、補正係数ξ1は増加させ、補正係数ξ2は逆に減少させている。次にステップ106で(4)式により存在確率EXiを演算しRi、Vi、LVLiと共に保存してステップS80に進む。

【0033】

… (4)

※で参照して補正係数γi、ν1i、ξ1iを求め、ステップS110で(5)式により存在確率EXiを演算し、ステップS80に進む。

【0034】

… (5)

★ν2をRが小なる程減少させξ2をSPDが大なる程減少させているのは物理的な危険性を表わすためである。次にステップS114で(6)式により存在確率EXiを演算する。

【0035】

… (6)

S74が確信度演算手段M2に対応する。

【0036】目標物体の種類によって見失う確率に差があることは前述の通りである。この差を減らすため学習により存在確率を計算し、2輪車等の反射強度の小さな

車両も確実に認識するようにしたのが第3実施例である。同一物体からのレーダの反射強度は図13に示す如く相対距離Rによって変化する。このため図14に実線で示す如き乗用車相当の基準反射強度マップを予め実験又はシミュレーションにより作成しておく。これは一般道路では乗用車が比較的多いため基準としている。この基準レベルに対してトラック等の大型車両は一点鎖線に示す如く平均的に高いレベルとなり、2輪車等は破線に示す如く平均的に低いレベルとなる。このため、存在確率が0以上の時間が一定時間以上となるまで基準レベルとの差を平均化し、その平均値を現在のレベルに加算した値を存在確率の増加率の補正量とする。見失った場合は元のレベルに対して減少率の補正を行なう。

【0037】図15は認識処理の第3実施例の要部のフローチャートであり、第1実施例の図5の代りに実行される。図15のステップS200、S202では全ての保存データについて新保存データか否か、新データに選択された保存データか否かを判別する。新保存データつまり新たに検出された目標物体iについてはステップS204で図14のマップを新データの相対距離R_iで参照して基準レベルの反射強度LVLBを演算し、ステップS206で基準レベルの反射強度LVLBから新データの反射強度LVL_iを減算して差TLVL_iを求める。次にステップS208で図7に示すマップを新データの反射強度LVL_iで参照して補正係数γ_iを演算し、図11に示すマップを新データの相対距離R_iで参照して補正係数ν_{1i}を演算し、図12に示すマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{1i}を演算する。ステップS210では(4)式より存在確率EX_i=B×

$$D_i = B \times (\gamma_i + \xi_{1i})$$

$$EX_i = EX_{ir} + D_i$$

また、ステップD212でLVL学習を終らしたと判別された場合はステップS232で図14のマップを新データの相対距離R_iで参照して基準レベルの反射強度L

$$DLVL_i = (DLVL_i \times (q-1) + (LVLB - LVL_i)) / q$$

ステップS236では新データの反射強度LVL_iにDLVL_iを加算して補正反射強度NLVL_iを求める。次にステップS238で図7のマップをNLVL_iで参照して補正係数η_iを演算し、図12のマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{2i}を演算する。ステップS240では(7)式により存在確率EX_iを演算し、ステップS80に進む。

【0042】図15のステップS202で新データに選択されてない保存データつまり目標物体iを見失った場合はステップS242でLVL学習を終了したか否かを判別する。終了してなければステップS244で図8のマップを保存データ(前回検出された値)の反射強度LVL_iで参照して補正係数η_iを演算し、図11のマップを新データの相対距離R_iで参照して補正係数ν_{2i}

* (γ_i+ν_{1i}+ξ_{1i})を演算しステップS80に進む。

【0038】また、新データに選択された保存データ、つまり以前から検出されている目標物体iについては、図16のステップS212でLVL学習を終了したか否かを判別する。終了していなければ、ステップS214で図14のマップを新データの相対距離R_iで参照して基準レベルの反射強度LVLBを演算し、ステップS216で基準レベルの反射強度LVLBと新データの反射強度LVL_iとの差をTLVL_iに加算する。次にステップS218で上記加算を所定回数q回行なったかを判別し、q回未満ではステップS220に進み図7のマップを新データの反射強度LVL_iで参照して補正係数γ_iを演算し、図11のマップを新データの相対距離R_iで参照して補正係数ν_{1i}を演算し、図12に示すマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{1i}を演算する。ステップS222では(4)式より存在確率EX_iを演算しステップS80に進む。

【0039】ステップS218でq回加算したと判別されるとステップS224でTLVL_iをqで割算して平均値DLVL_iを求め、次のステップS226で新データの反射強度LVL_iにDLVL_iを加算して補正反射強度NLVL_iを求める。これによりLVL学習が終了する。次にステップS228で図7のマップをNLVL_iで参照して補正係数η_iを演算し、図12のマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{2i}を演算する。ステップS230では(7)式より存在確率EX_iを演算し、ステップS80に進む。

【0040】

… (7)

※VLBを演算し、ステップD234で(8)式により平均値DLVL_iを更新する。

【0041】

… (8)

を演算し、図12に示すマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{2i}を演算する。ステップS246では

(6)式より存在確率EX_iを演算する。この後、ステップS250で存在確率EX_iが0以下か否かを判別し、EX_i≤0のときはステップS252で目標物体iの保存データを消去し、EX_i>0のときはステップS80に進む。ステップS242でLVL学習を終了してなければステップS254で図8のマップを保存データ(前回検出された値)の反射強度LVL_iで参照して補正係数η_iを演算し、図12に示すマップを車速SPDで参照して補正係数ξ_{2i}を演算する。ステップS256では(9)式より存在確率EX_iを演算する。

【0043】

$$E_i = B \times (\eta_i + \xi_{2i})$$

$$EX_i = EX_{ir} - E_i$$

この後、ステップS260で存在確率 EX_i が0以下か否かを判別し、 $EX_i \leq 0$ のときはステップS262で目標物体 i の保存データを消去し、 $EX_i > 0$ のときはステップS80に進む。

【0044】ここで、全ての車両の反射強度 LVL を基準レベルに近づけることは、単に相対距離 R による補正であるだけでなく、実際にはマルチパス等で反射強度が相対距離 R に対し一定ではないため、反射強度 LVL 10 に対し、平均値 D_{LVL} を加算することに意味があり、これによってセンサ能力を反映させている。

【0045】これによって図17に示す如く時点 t_0 で新たに検出された目標物体の存在確率は連続して検出される時間が長くなるに従って高くなり、時点 $t_2 \sim t_3$ 間の如く見失ったときに存在確率が低下する。しかし時点 $t_3 \sim t_4$ 間で再び検出されると存在確率は徐々に高くなり、その後見失った時間が長くなると最後には存在確率が0となる。また、時点 $t_1 \sim t_5$ 間でこの存在確率はしきい値 Z を越え、この目標物体は、制御・警報対象 20 のデータとされている。

【0046】なお、上記の実施例では目標物体の検出強度に応じて目標物体の存在確率を補正しているが、この他にレーダ装置に故障が発生したとき、故障が軽微であれば補正量を小さくし故障が重大であれば補正量を大きくして目標物体の存在確率を補正するように検出精度に応じた補正を行なっても良い。

【0047】図18及び図19は認識処理の第4実施例の要部のフローチャートであり、第1実施例の図6の代りに実行される。図18のステップS300では相対速度 30 V_i を自車速度と比較し、相対速度 V_i が自車速度 V_s から所定範囲内にあるか否かを判別する。相対速度 V_i が自車速度から所定範囲内で自車速度と同程度の場合は、この i 番目の目標物体が停止物体であるとみなして、ステップS302に進む。ステップS302ではしきい値 Z に高設定値 EX_{THS} （例えば80%）を設定する。

【0048】次にステップS304では存在確率 EX_i をしきい値 Z と比較し、 $EX_i \geq Z$ の場合はステップS320で目標物体 i を制御・警報対象のデータとして次 40 処理に進む。また、 $EX_i < Z$ の場合はステップS306で存在確率 EX_i が減少中かどうかを判別する。存在確率 EX_i が所定回数連続して減少していればステップS308で目標物体 i の存在確率 EX_i を強制的に0としてステップS310に進み、また存在確率 EX_i が所定回数連続して減少しなければそのままステップS310に進み、ステップS310では目標物体 i を制御・警報対象のデータから除いて次処理に進む。

【0049】一方、ステップS300で相対速度 V_i が自車速度と異なっている場合は、この i 番目の目標物体 50

… (9)

が移動物体とみなしてステップS312に進み、しきい値 Z に中設定値 EX_{THM} （例えば50%）を設定する。次にステップS314で目標物体 i の存在確率 EX_i が所定回数連続して増加中かどうかを判別する。存在確率 EX_i が所定回数連続して増加していればステップS316で目標物体 i の存在確率 EX_i に図5のステップS70で算出した A_i 又は図10のステップS110で算出した D_i を加算することにより存在確率 EX_i の増加分 A_i 又は D_i を2倍としてステップS318に進み、存在確率 EX_i が所定回数連続して増加しなければそのままステップS318に進む。

【0050】ステップS318では存在確率 EX_i をしきい値 Z と比較し、 $EX_i \geq Z$ の場合は図19のステップS330に進み、 $EX_i < Z$ の場合はステップS310で目標物体 i を制御・警報対象のデータから除いて次処理に進む。本実施例ではステップS300で目標物体 i が移動物体か停止物体かを判別し、停止物体の場合は検知対象物となる可能性が低いいため、慎重に判定できるようにしきい値 Z を高設定値 EX_{THS} とし、移動物体の場合は検知対象物となる可能性が高いため、しきい値 Z を中設定値 EX_{THM} として存在確率 EX_i が低い時点から制御・警報対象とする。

【0051】ここで、停止物体には路側物等の不要反射物と、自車線上の停止車両等の障害物とがある。路側物の場合は時系列的な相対距離データは図20(A)に示す如く短時間で不連続となることが多い。また停止車両の場合は時系列的な相対距離データは図20(B)に示す如く長時間連続して接近することが多い。

【0052】このため、路側物の場合は、存在確率 EX_i がしきい値 Z を越える以前に減少し始め、停止車両の場合は、これに近付いている限り存在確率 EX_i が時間と共に増大する。ステップS306で存在確率 EX_i が減少した場合は目標物体 i が路側物とみなし、ステップS308で路側物の存在確率 EX_i を強制的に0として路側物の除去を確実にしている。

【0053】移動物体の場合にはステップS312でしきい値 Z を中設定値 EX_{THM} とし、目標物体 i が制御・警報対象データから突発的に除外されることを防止している。また、この目標物体 i が制御・警報対象データとなるまでの応答性が遅くなることを防止するために、その存在確率が増加している間はステップS316でその増分を2倍として存在確率 EX_i の増加速度を大きくしている。

【0054】図21(A)は停止物体における存在確率の時系列的な変化及びしきい値 Z を示し、図21(B)は移動物体における存在確率の時系列的な変化及びしきい値 Z を示しており、制御・警報対象のデータを黒丸で表わし、制御・警報対象を外れたデータを白丸で表わし

ている。

【0055】図18の実施例では、目標物体*i*が移動物体で、存在確率*EX_i*が増加中の場合はステップS316で*EX_i*の増分を一律に2倍としている。この代りに、図21に示すマップを相対速度*V_i*で参照して増分Δ*EX*を求め、増分Δ*EX*を存在確率*EX_i*に加算する構成としても良い。

【0056】図22において、増分Δ*EX*は、相対速度*V_i*つまり目標物体*i*が自車に接近する速度が*V_i* *M*までは*V_i*が速いほど大きくなり、この接近速度が速いほど存在確率の増加速度が大きくなる。図19のステップS330では目標物体毎の時系列的な保存データの反射強度*LVL*のデジタルフィルタリング(低域フィルタ)を行ってなます。これは各目標物体の反射強度は時間的に変動が高速であるためである。次にステップS332で目標物体*i*の反射強度*LVL_i*が閾値*L*。未満か否かを判別する。

【0057】ここで、*LVL_i* < *L*。の場合はステップS334に進み、目標物体*i*の反射強度の変化率Δ*LVL_i*が負の閾値Δ*L*。未満か否か、つまり反射強度*LVL_i*がある程度以上急に減小したか否かを判別する。Δ*LVL_i* < Δ*L*。の場合は、ステップS336に進み、相対速度*V_i*が負の閾値*C_S*。未満か否か、つまり相対速度*V_i*は正が接近方向であるため、目標物体*i*がある程度以上の速さで遠ざかっているか否かを判別する。

【0058】ステップS336で*V_i* < *C_S*。の場合、つまり反射強度*LVL_i*が閾値*L*より小さく、かつ、反射強度*LVL_i*がある程度急に減小しており、かつ目標物体*i*がある程度速く遠ざかっている場合は、目標物体*i*が走行車線を自車線から隣接車線に変更したとみなし、ステップS338に進んで存在確率*EX_i*を強制的に0とする。この後、図18のステップS310で目標物体*i*を制御・警報対象のデータから除いて次処理に進む。

【0059】一方、ステップS332で*LVL_i* < *L*。の場合、又はステップS334でΔ*LVL_i* < Δ*L*。の*

$$R_{j+1} - R_j \leq (V_{j+1} - V_j)^2 / 2\alpha \quad \dots (10)$$

ここで、 α は相対加速度であり、例えば1G程度である。(10)式を満足すれば目標物体*j*が目標物体*j+1*に衝突するか、その横を通り抜けるかのどちらかである。

【0064】このため、(10)式を満足するとステップS346に進み、目標物体*j*の反射強度*LVL_j*が閾値*L*。未満か否かを判別する。*LVL_j* < *L*。の場合は反射強度が小さいため目標物体*j*が車線変更したとみなしステップS348に進んで存在確率*EX_i*を強制的に0とする。この後、図18のステップS310で目標物体*i*を制御・警報対象のデータから除いて次処理に進む。

【0065】一方、ステップS344で(10)式を満

* 場合、又はステップS336で*V_i* < *C_S*。の場合は図18のステップS320で目標物体*i*を制御・警報対象のデータとして次処理に進む。上記のステップS332～S338が第1の確信度変更手段M3に対応する。

【0060】ここで、図23に示す如く、自車50の走行車線60の前方に先行車両51、52が存在し、先行車両51が速度の遅い先行車両52を超越するため、隣接車線61に車線変更した場合について考える。先行車両51の車線変更前では図24(A)、(B)に示す周波数上昇部分(up区間)、周波数下降部分(down区間)夫々のパワースペクトラムにおいて、先行車両51のピークは相対速度の変化がないことを示し、先行車両52のピークは相対速度が接近方向であることを示している。また車線変更後は図25(A)、(B)に示す周波数上昇部分、周波数下降部分夫々のパワースペクトラムにおいて、先行車両51のピークは相対速度が離反方向であることを示し、先行車両52のピークは相対速度が隣接方向であることを示している。

【0061】また、先行車両51の反射強度は車線変更後は変更前に対して減小する。これに対して、先行車両52の反射強度は先行車両51が外れるために車線変更後に増大する。このことから、先行車両51が車線変更をすると図19のステップS332、S334、S336を満足することが明らかである。

【0062】図26は認識処理の第5実施例のフローチャートであり、図19の代りに実行される。図26のステップS340では自車前方のレーダ検出領域における複数の目標物体のうち、自車に近いものから順に2個の目標物体*j*、*j+1*を選択する。次にステップS342で目標物体*j*の相対速度*V_j*と相対距離*R_j*と目標物体*j+1*の相対速度*V_{j+1}*と相対距離*R_{j+1}*とを保存データから取り出す。

【0063】次に自車に近い方の目標物体*j*から見た目標物体*j+1*の接近速度*V_{j+1} - V_j*、距離*R_{j+1} - R_j*を求め、ステップS344で(10)式を満足するか否かを判別する。

足しない場合、又はステップS346で*LVL_j* < *L*。の場合は図18のステップS320で目標物体*i*を制御・警報対象のデータとして次処理に進む。上記のステップS344～S348が第2の確信度変更手段M4に対応する。

【0066】同様に、複数の目標物体のうち、自車に近いものから*n*番目及び*n+1*番目の目標物体を目標物体*j*、*j+1*と選択すると*n*番目の目標物体が車線変更を行うときに、これを制御・警報対象から除去できる。この実施例では車線変更をするであろう目標物体を予測して制御・警報対象から早期に除去できる。また、上記実施例のように*n=1*の場合には、特に、本発明装置を追従走行に適用した場合に追従対象である最も近い目標物

体が車線変更して追従対象でなくなったとき、不要かつ誤った追従を避けることができ、良好な追従対象の変更が可能である。

【0067】次に図27に示す如く、自車50が照射するレーダビームの照射方向に移動する目標物体52については相対距離 R_{ji} の微分値と相対速度 V_{ji} とが一致する。しかし、レーダビームの照射方向と移動方向とが角度 θ をなす目標物体jについては、レーダビーム照射方向の相対速度成分が $V_j \cdot \cos \theta$ となるため相対距離 R_j の微分値 DR_j に対して相対速度 V_j が小さく

なる。この原理を用いて、図19のステップS336で目標物体jの相対距離 R_j の微分値 DR_j が相対速度 V_j を越えるか否かを判別し、 $DR_j > V_j$ のときステップS338に進み、 $DR_j \leq V_j$ のときステップS320に進むよう構成しても良い。この場合は、ステップS336、S338が第3の確信度変更手段M5に対応する。

【0068】この場合は、相対距離の微分値が相対速度より大なることで目標物体が車線変更のための速度成分を持つことを推定でき、車線変更を行う目標物体を確実に認識して制御・警報対象から確実に除去できる。

【0069】

【発明の効果】上述の如く、請求項1に記載の発明によれば、相対速度から目標物体が離れつつあり、かつ、目標物体の検出強度の変化率が所定値以上で减小しているときに上記目標物体の確信度を低下させるため、自車の走行車線から車線変更した目標物体を認識して制御・警報対象から確実に除去でき、不要な目標物体を除去できるので、後続の危険判定での負荷を低減できる。

【0070】また、請求項2に記載の発明によれば、複数の目標物体のうちの第1の目標物体と第2の目標物体夫々の相対距離及び相対速度から、第1及び第2の目標物体の接近状況を判定して第1の目標物体が第2の目標物体に対して所定以上の接近と判定したとき、上記第1の目標物体の確信度を低下させるため、車線変更をするであろう目標物体を予測して制御・警報対象から早期に除去でき、不要な目標物体を除去できるので、後続の危険判定での負荷を低減できる。

【0071】また、請求項3に記載の発明においては、目標物体の算出された相対距離の微分値がドップラー効果に基づき算出された相対速度より大なるとき、目標物体の確信度を低下させるため、相対距離の微分値がドップラー効果に基づく相対速度より大なることで目標物体が車線変更のための速度成分を持つことを推定でき、車線変更を行う目標物体を確実に認識して制御・警報対象から確実に除去でき、制御・警報対象となる目標物体だけを確実に検出でき、不要な目標物体を除去できるので、後続の危険判定での負荷を低減でき、実用上きわめて有用である。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の原理図である。

【図2】本発明装置のブロック図である。

【図3】認識処理の第1実施例のフローチャートである。

【図4】認識処理の第1実施例のフローチャートである。

【図5】認識処理の第1実施例のフローチャートである。

【図6】認識処理の第1実施例のフローチャートである。

【図7】マップを示す図である。

【図8】マップを示す図である。

【図9】マップを示す図である。

【図10】認識処理の第2実施例のフローチャートである。

【図11】マップを示す図である。

【図12】マップを示す図である。

【図13】マップを示す図である。

【図14】マップを示す図である。

【図15】認識処理の第3実施例のフローチャートである。

【図16】認識処理の第3実施例のフローチャートである。

【図17】図15、図16による認識処理を説明するための図である。

【図18】認識処理の第4実施例のフローチャートである。

【図19】認識処理の第4実施例のフローチャートである。

【図20】時系列的な相対距離データを示す図である。

【図21】時系列的な存在確率の変化を示す図である。

【図22】マップを示す図である。

【図23】車線変更を説明するための図である。

【図24】車線変更を説明するための図である。

【図25】車線変更を説明するための図である。

【図26】認識処理の第5実施例のフローチャートである。

【図27】車線変更を説明するための図である。

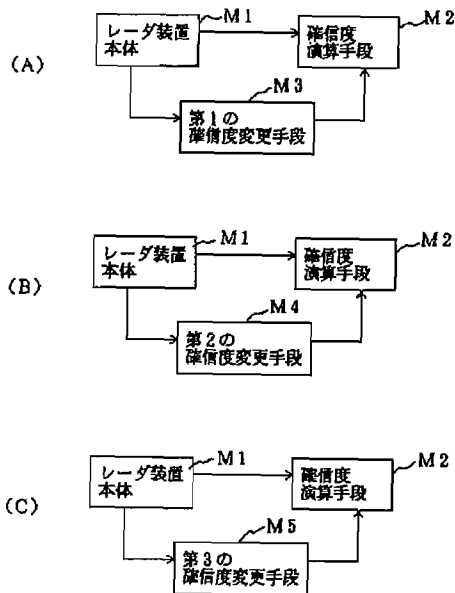
【符号の説明】

- 10 搬送波発生器
- 12 周波数変調器
- 14 変調電圧発生器
- 16 方向性結合器
- 18 送信アンテナ
- 20 受信アンテナ
- 22 ミキサ
- 24 増幅器
- 26 フィルタ
- 28 FFT信号処理器
- 30 ターゲット認識器

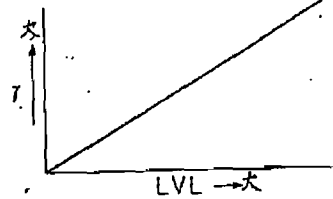
- 34 警報器
40 ステア制御回路
42 車速センサ
44 操舵角センサ
46 ステア機構

- * M1 レーダ装置本体
M2 確信度演算手段
M3 第1の確信度変更手段
M4 第2の確信度変更手段
* M5 第3の確信度変更手段

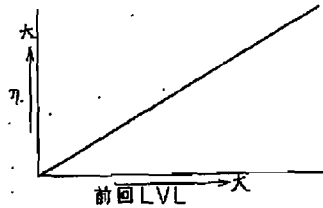
【図1】



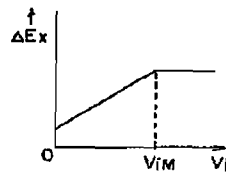
【図7】



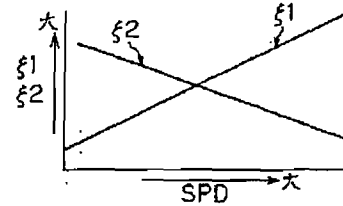
【図8】



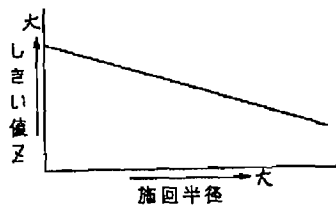
【図22】



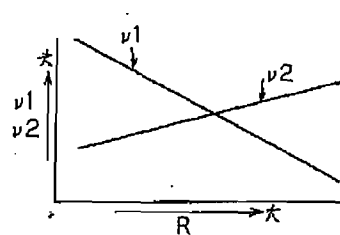
【図12】



【図9】



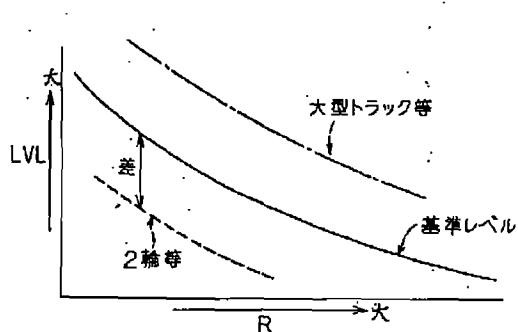
【図11】



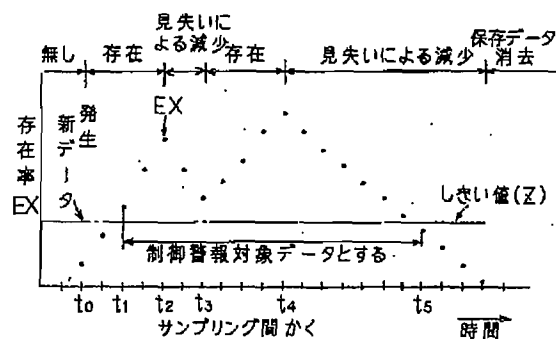
【図13】



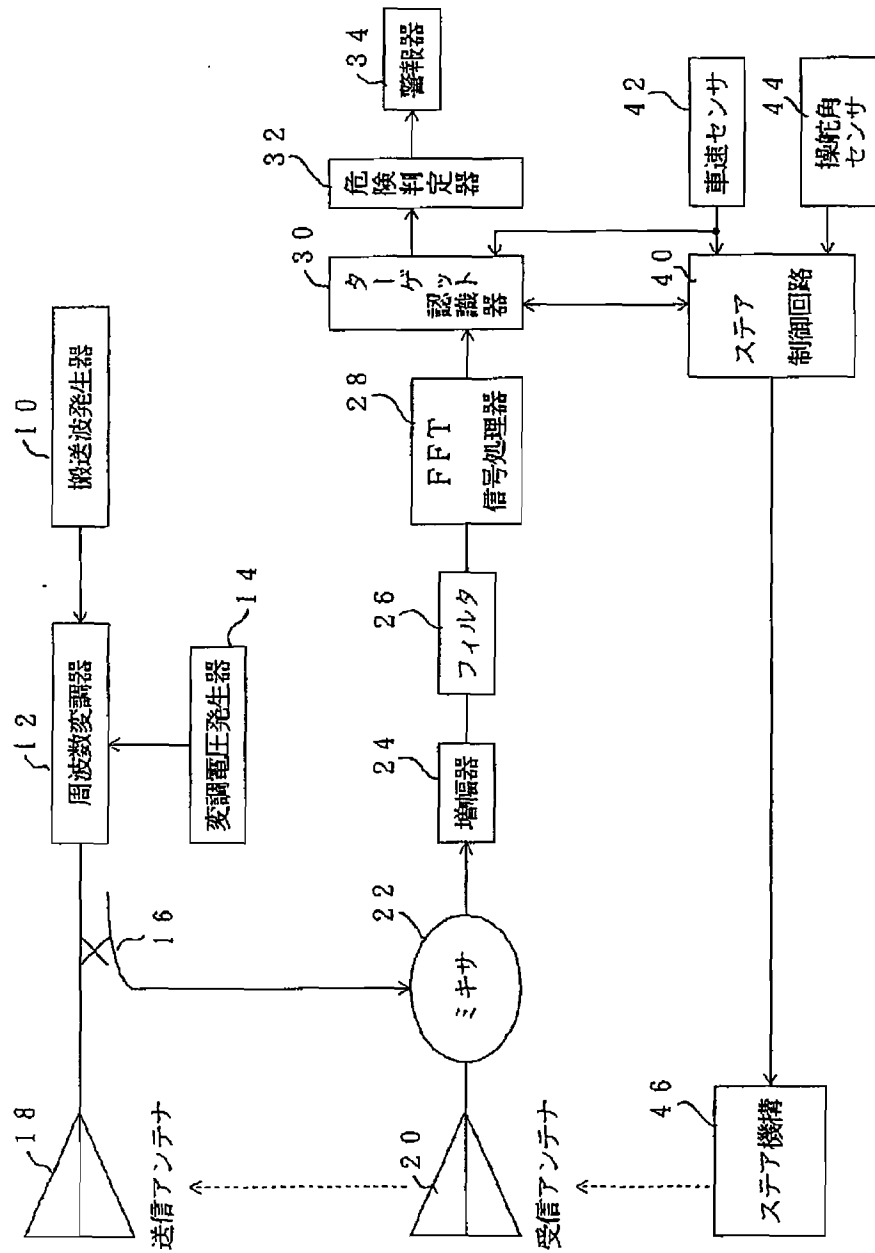
【図14】



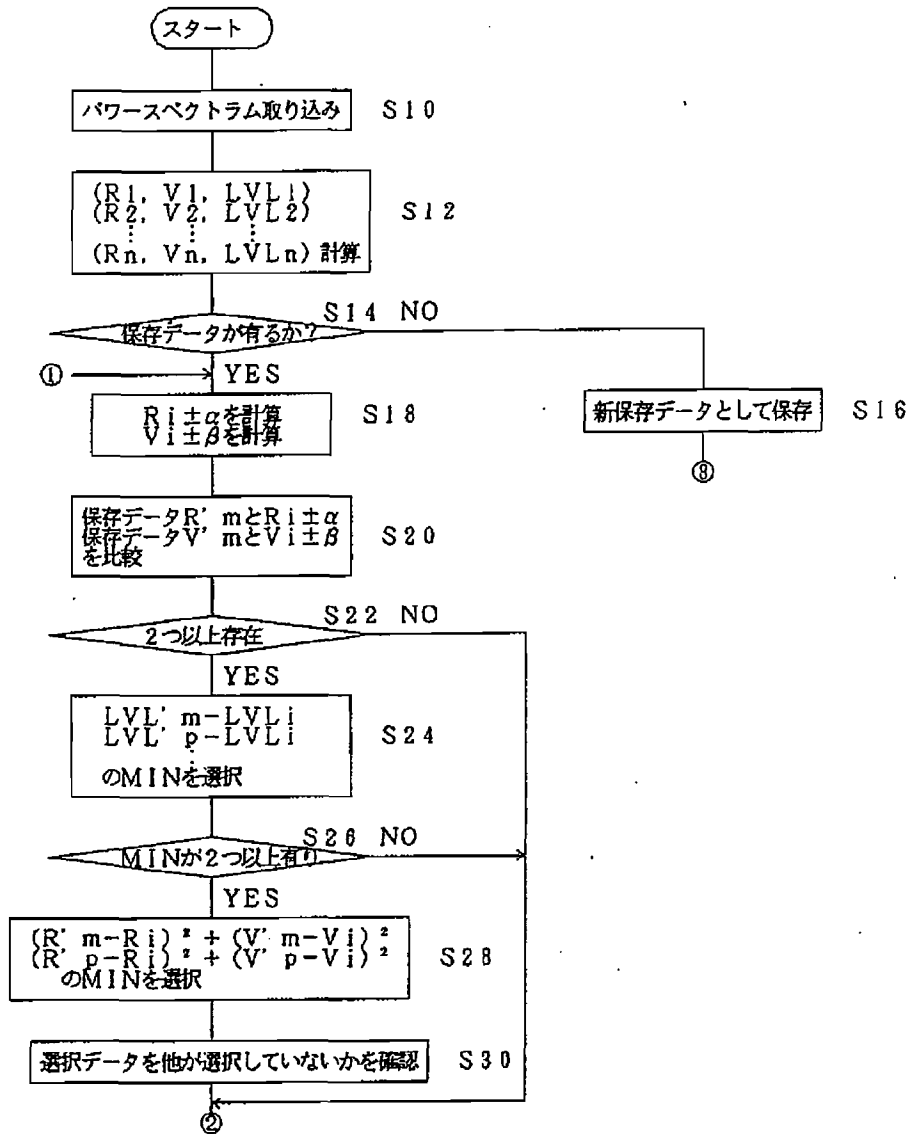
【図17】



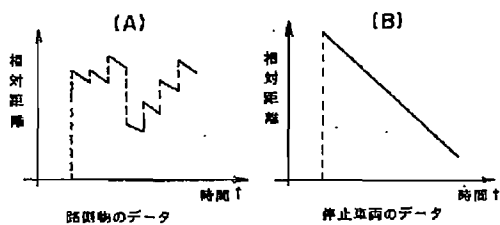
【図2】



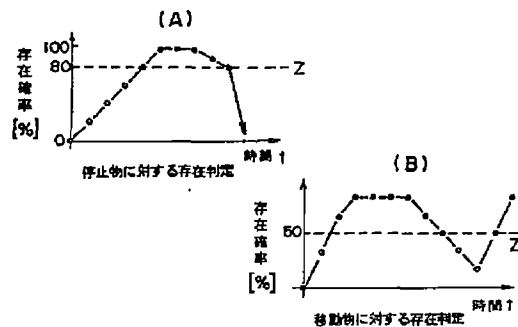
【図3】



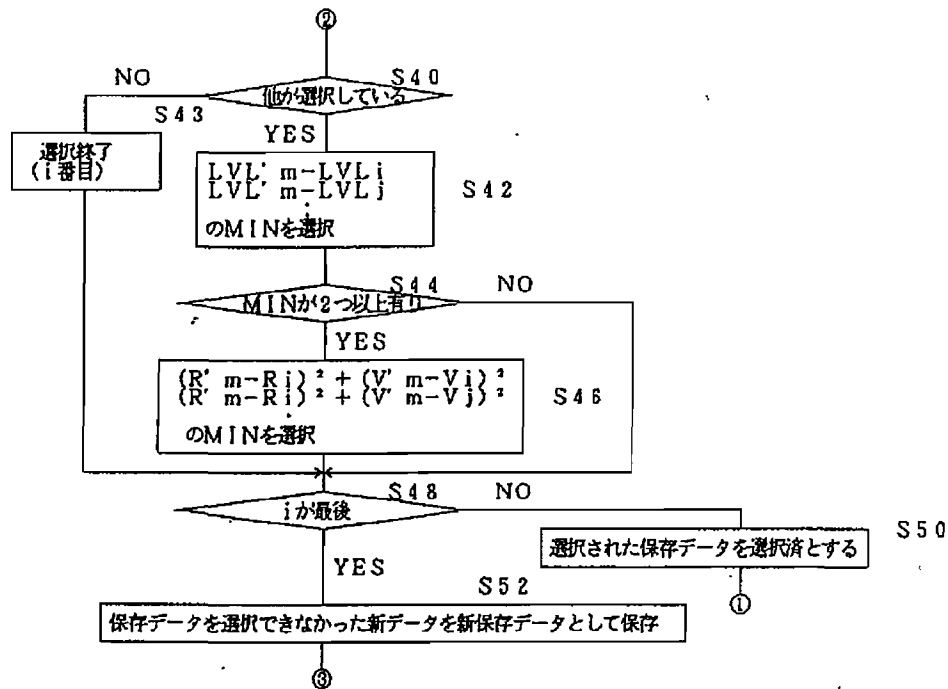
【図20】



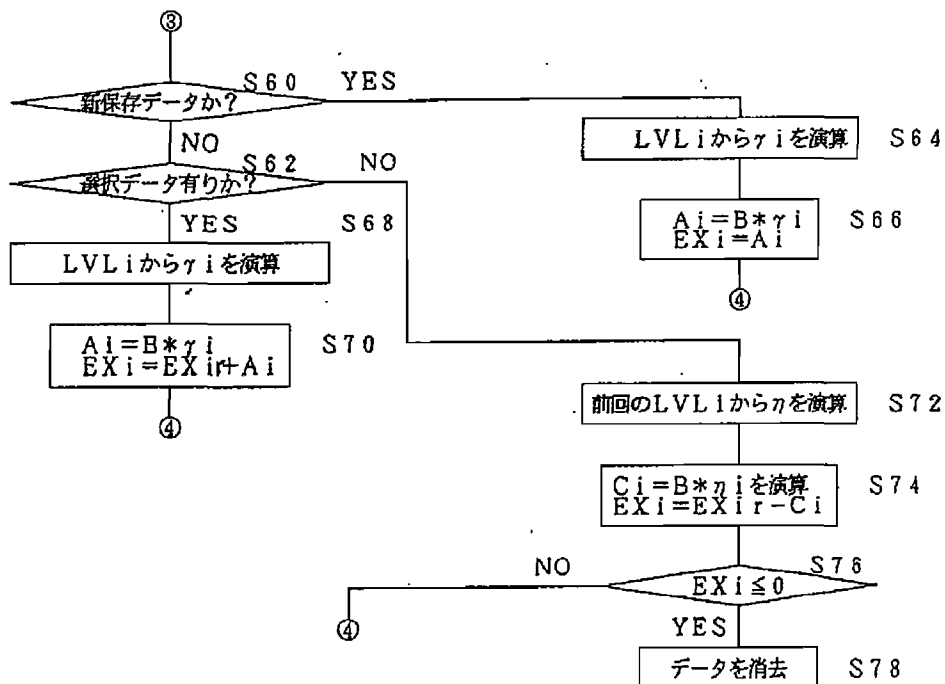
【図21】



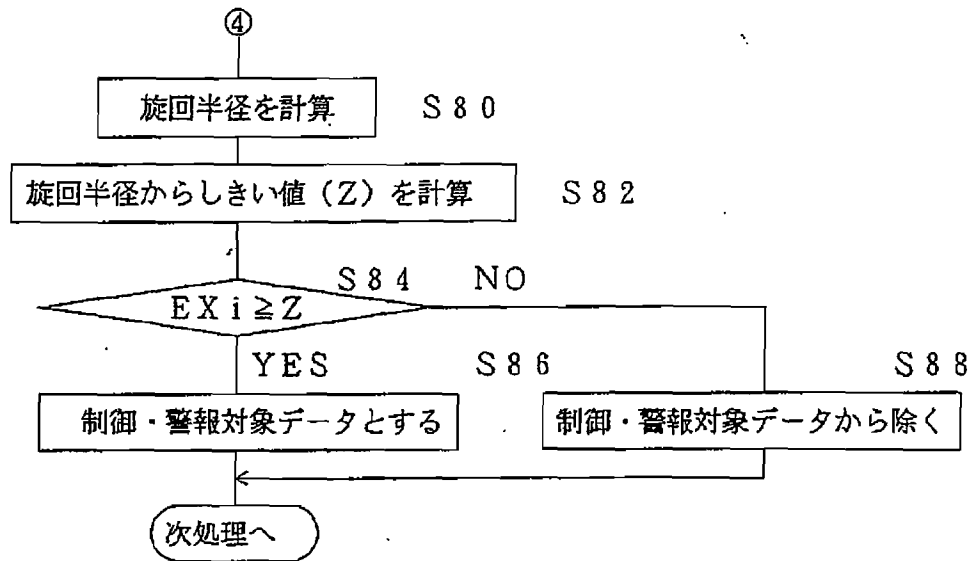
【図4】



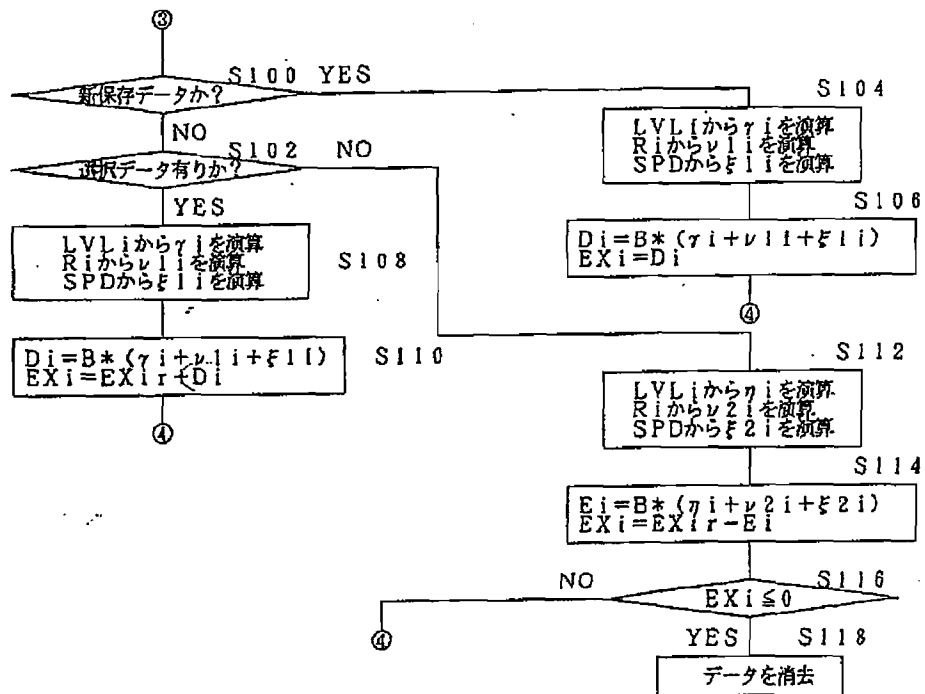
【図5】



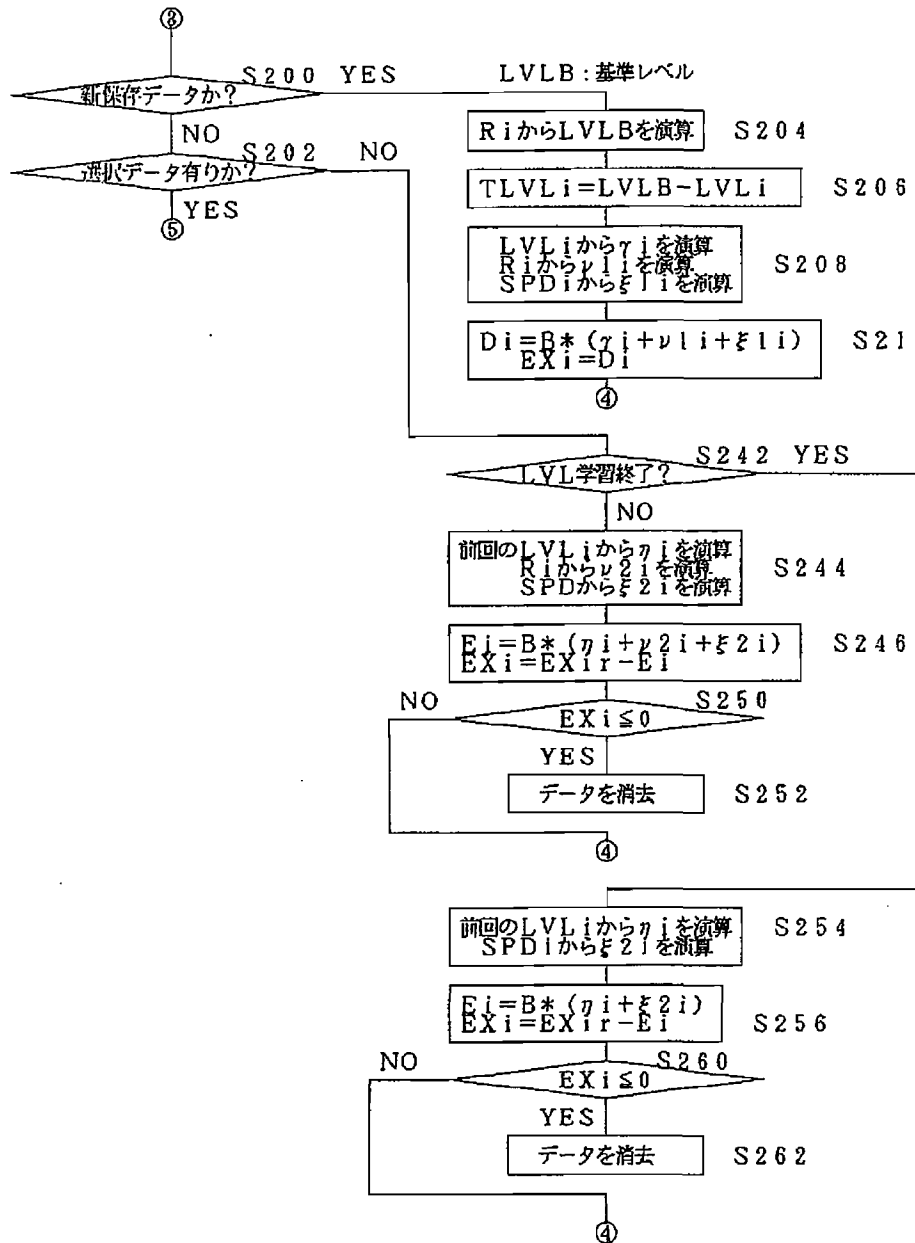
【図6】



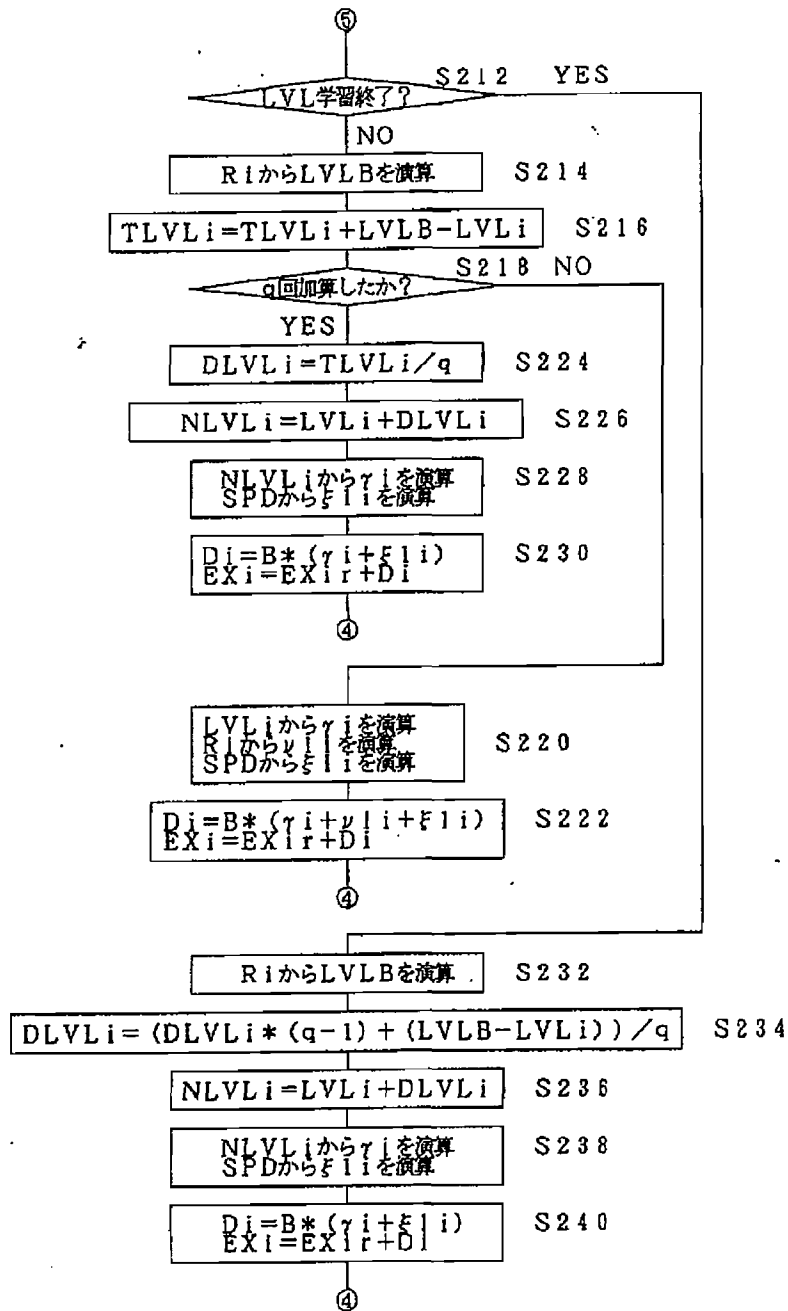
【図10】



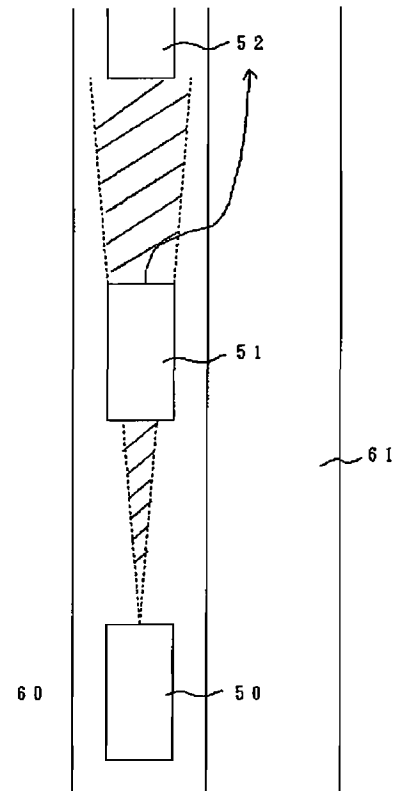
【図15】



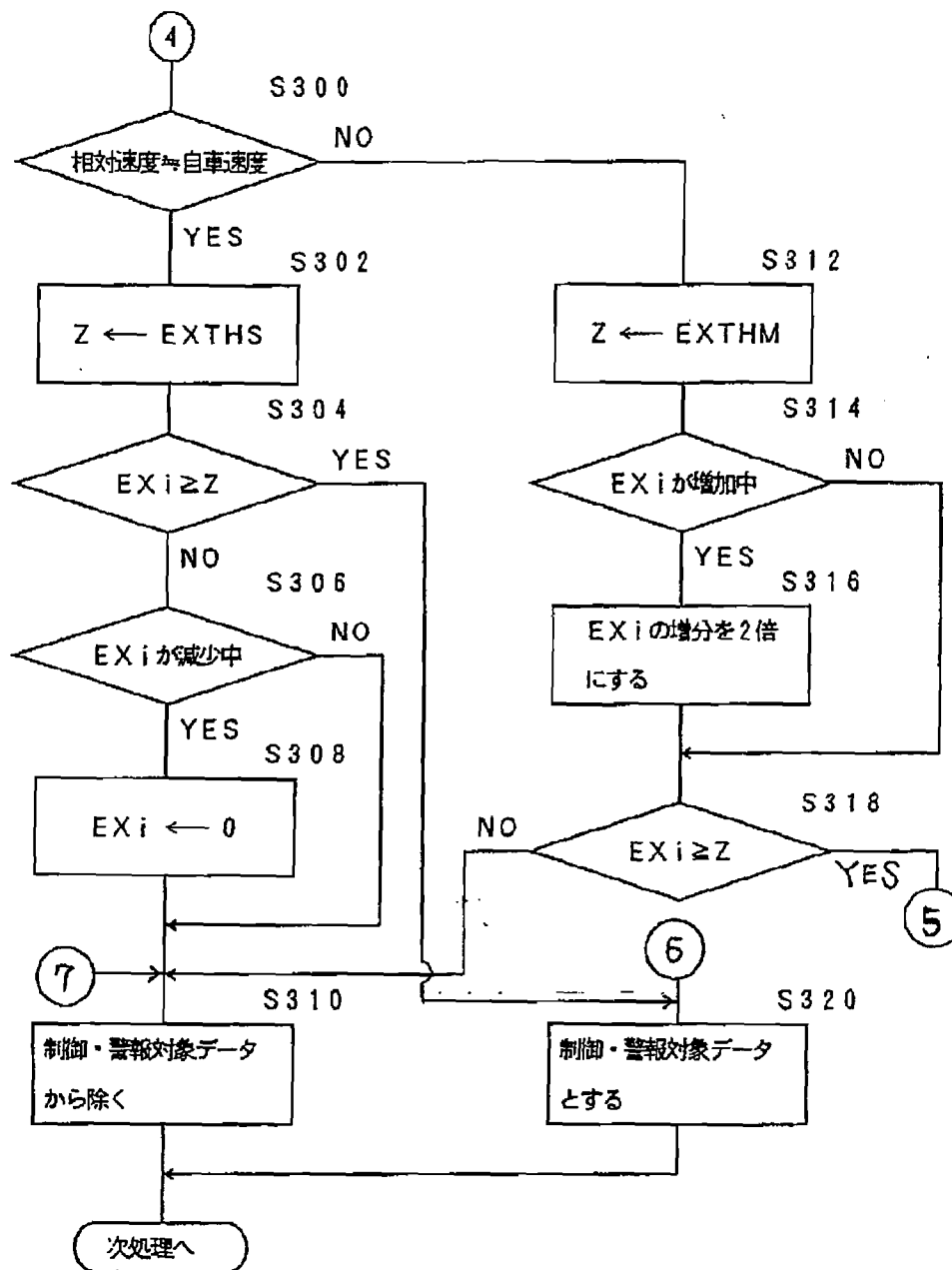
【図16】



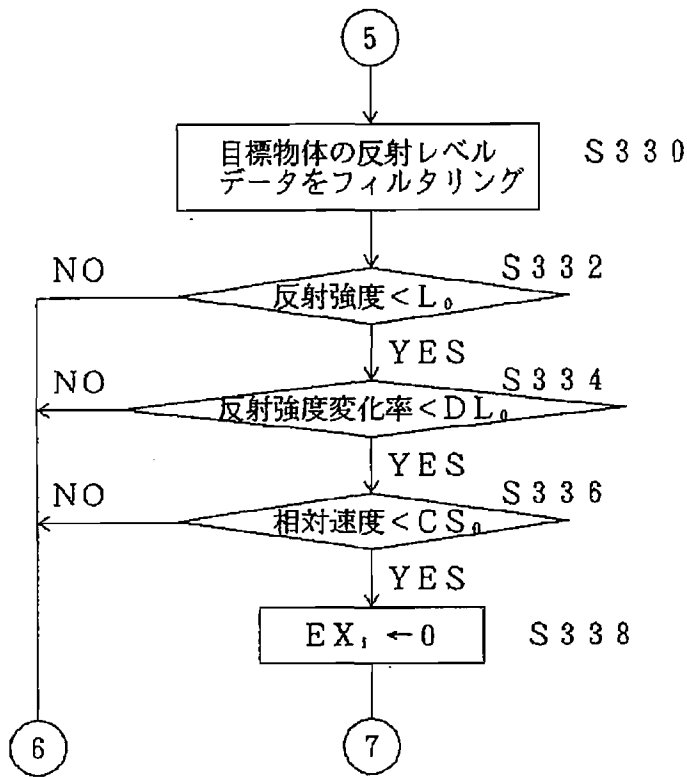
【図23】



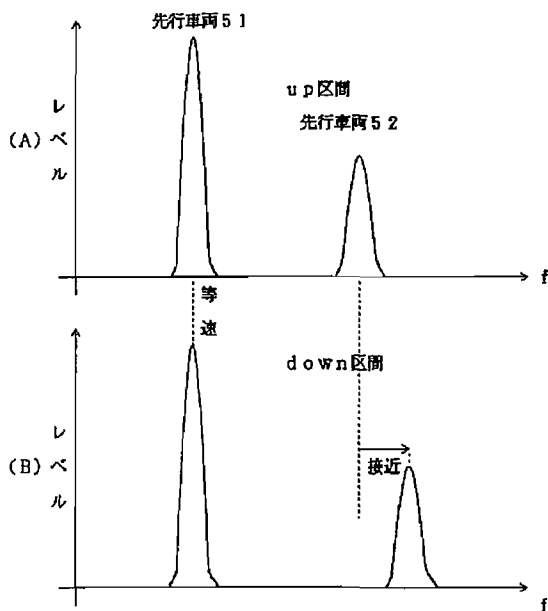
【図18】



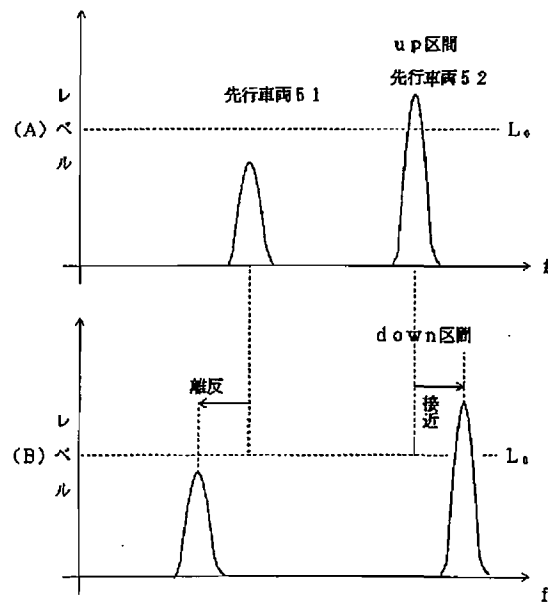
【図19】



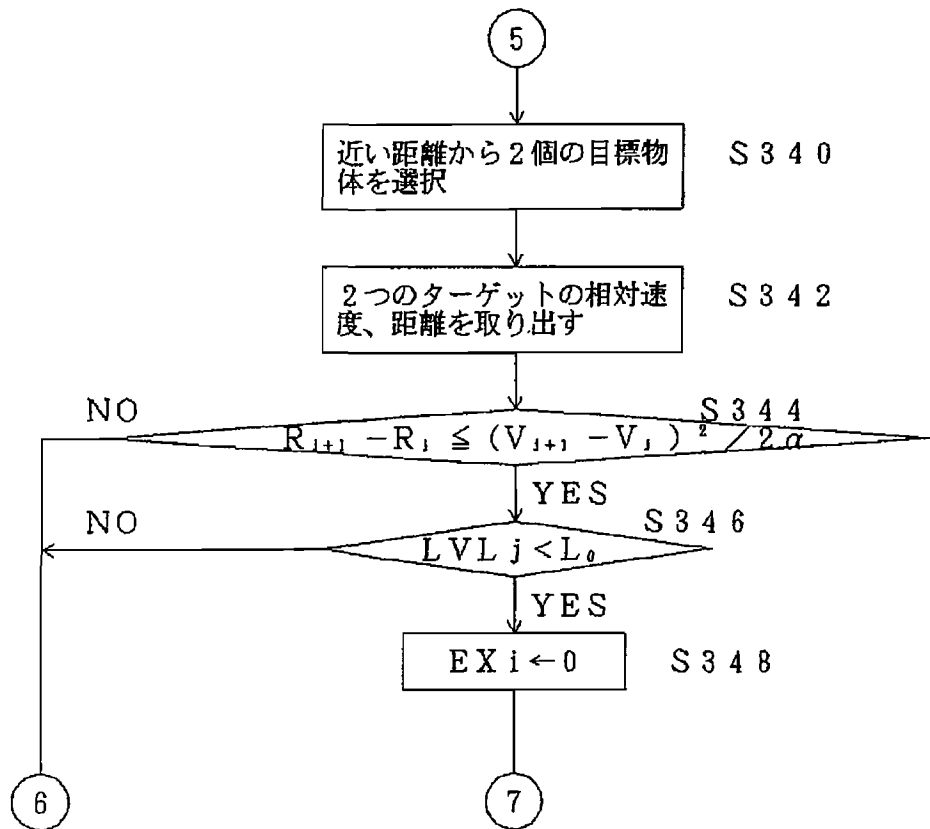
【図24】



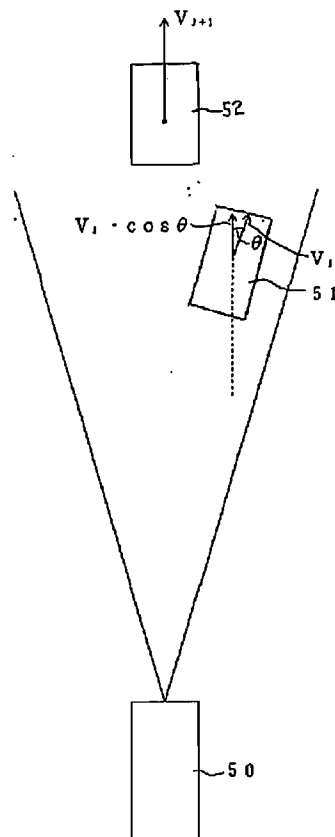
【図25】



【図26】



【図 27】



フロントページの続き

(56) 参考文献 特開 平 5-72333 (J P, A)
 特開 平 6-156171 (J P, A)
 特開 平 6-150195 (J P, A)
 特開 平 3-175389 (J P, A)
 特開 平 7-146361 (J P, A)
 特開 平 6-138218 (J P, A)
 特開 平 5-134036 (J P, A)
 特開 平 5-232214 (J P, A)
 実開 昭 56-149973 (J P, U)

(58) 調査した分野 (Int. Cl.⁷, D B 名)

G01S 7/00 - 7/42
 G01S 13/00 - 13/96
 B60R 21/00